

**ANALISIS KINERJA PENDUKUNG KEPUTUSAN MULTI KRITERIA DENGAN
FUZZY ANALYTIC HIERARCHY PROCESS UNTUK SELEKSI LOKASI
PEMBANGKITAN ENERGI SURYA**

SKRIPSI

Diajukan untuk memenuhi syarat memperoleh gelar Sarjana Teknik Elektro
Program Studi Teknik Elektro S1



Disusun oleh:

Nabila Andara Dwitasari

E.5051.1700898

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO S1
DEPARTEMEN PENDIDIKAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS PENDIDIKAN TEKNOLOGI DAN KEJURUAN
UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA
BANDUNG
2021**

Nabila Andara Dwitasari, 2021

**ANALISIS KINERJA PENDUKUNG KEPUTUSAN MULTI KRITERIA DENGAN *FUZZY ANALYTIC HIERARCHY*
PROCESS UNTUK SELEKSI LOKASI PEMBANGKITAN ENERGI SURYA**

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

**ANALISIS KINERJA PENDUKUNG KEPUTUSAN MULTI KRITERIA DENGAN
FUZZY ANALYTIC HIERARCHY PROCESS UNTUK SELEKSI LOKASI
PEMBANGKITAN ENERGI SURYA**

Oleh

Nabila Andara Dwitasari

Sebuah skripsi yang diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar
Sarjana Teknik pada Program Studi S1 Teknik Elektro

© Nabila Andara Dwitasari

Universitas Pendidikan Indonesia

April 2021

Hak Cipta dilindungi Undang-Undang.

Skripsi ini tidak boleh diperbanyak seluruhnya atau sebagian,
dengan dicetak ulang, *diphotocopy*, atau cara lainnya tanpa izin dari penulis.

Nabila Andara Dwitasari, 2021

**ANALISIS KINERJA PENDUKUNG KEPUTUSAN MULTI KRITERIA DENGAN *FUZZY ANALYTIC HIERARCHY*
PROCESS UNTUK SELEKSI LOKASI PEMBANGKITAN ENERGI SURYA**

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

LEMBAR PENGESAHAN

NABILA ANDARA DWITASARI

E.5051.1700898

**ANALISIS KINERJA PENDUKUNG KEPUTUSAN MULTI KRITERIA DENGAN
FUZZY ANALYTIC HIERARCHY PROCESS UNTUK SELEKSI LOKASI
PEMBANGKITAN ENERGI SURYA**

Disetujui dan disahkan oleh :

Pembimbing I



Prof. Dr. Ade Gafar Abdullah, M.Si.
NIP. 19721113 199903 1 001

Pembimbing II



Dr. Ir. H. Dadang Lukman Hakim, M.T.
NIP. 19610604 198603 1 001

Mengetahui,

Ketua Departemen Pendidikan Teknik Elektro



Dr. Yadi Mulyadi, M.T
NIP. 19630727 199302 1 001

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa tugas akhir dengan judul “*Analisis Kinerja Pendukung Keputusan Multi Kriteria dengan Fuzzy Analytic Hierarchy Process untuk Seleksi Lokasi Pembangkitan Energi Surya*” ini beserta seluruh isinya adalah benar-benar karya saya sendiri. Saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika ilmu yang berlaku dalam masyarakat keilmuan. Atas pernyataan ini, saya siap menanggung resiko/sanksi apabila di kemudian hari ditemukan adanya pelanggaran etika keilmuan atau ada klaim dari pihak lain terhadap keaslian karya saya ini.

Bandung, April 2021

Yang membuat pernyataan,

Nabila Andara Dwitasari

NIM. 1700898

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, karena atas rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul “Analisis Kinerja Pendukung Keputusan Multi Kriteria dengan *Fuzzy Analytic Hierarchy Process* untuk Seleksi Lokasi Pembangkitan Energi Surya”. Tugas akhir ini disusun sebagai bagian dari persyaratan untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik di Universitas Pendidikan Indonesia Fakultas Pendidikan Teknologi dan Kejuruan Departemen Pendidikan Teknik Elektro Program Studi S1 Teknik Elektro.

Bandung, April 2021

Penulis

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyadari banyak pihak yang telah ikut berperan serta membantu dalam menyelesaikan tugas akhir ini. Maka dari itu penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Kedua orang tua, kakak dan keluarga penulis yang tak henti-hentinya memberikan dukungan moral dan materil.
2. Bapak Dr. Yadi Mulyadi, M.T. selaku Ketua Departemen Pendidikan Teknik Elektro, Universitas Pendidikan Indonesia.
3. Bapak Iwan Kustiawan, S.Pd., M.T., Ph.D. selaku Ketua Program Studi S1 - Teknik Elektro, Universitas Pendidikan Indonesia.
4. Bapak Prof. Dr. Ade Gafar Abdullah, M.Si. selaku dosen pembimbing I yang tidak pernah lelah membimbing dan memberikan inspirasi kepada penulis.
5. Bapak Dr.Ir. H. Dadang Lukman Hakim MT. selaku dosen pembimbing II yang juga tidak pernah lelah membimbing dan memberikan inspirasi kepada penulis.
6. Seluruh staff dosen dan administrasi Departemen Pendidikan Teknik Elektro FPTK UPI.
7. Teman-teman angkatan 2017 Program Studi Teknik Elektro dan teman-teman SMA khususnya Almira, Arya K, Firsa, Haris, Naufal dan San San yang memberikan semangat dan motivasi bagi penulis selama menempuh perkuliahan.
8. Semua pihak yang telah membantu yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Semoga semua pihak yang telah membantu penulis dalam pengerjaan tugas akhir ini ini dapat dibalas kebaikannya. Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan dalam penulisan tugas akhir ini, untuk itu kritik dan saran yang bersifat membangun penulis harapkan untuk pengembangan lebih lanjut. Penulis berharap agar tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi banyak pihak khususnya pada bidang ilmu pengetahuan.

Bandung, April 2021

Penulis

ABSTRAK

Tenaga surya merupakan energi alternatif terbarukan paling menjanjikan dalam hal memecahkan masalah - masalah energi di dunia saat ini. Energi terbarukan ini sangat penting pemanfaatannya dan termasuk pembangkit listrik yang bersih serta dapat mengurangi polusi udara karena tidak mengeluarkan emisi gas atau polutan lainnya. Untuk membangun Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) kita harus mempertimbangkan berbagai faktor agar lokasi yang ditentukan benar - benar sebagai tempat yang tepat. Untuk menentukan lokasi yang tepat sebuah ladang panel surya diperlukan pertimbangan yang kompleks yang melibatkan banyak kriteria dan tentunya sangat sulit menentukan keputusannya. Penelitian ini bertujuan untuk membuat suatu perangkat pengambilan keputusan multi kriteria berbasis teknologi kecerdasan buatan yaitu *Fuzzy Analytical Hierarchy Process (Fuzzy-AHP)* untuk seleksi pusat pembangkitan energi surya. Metode *Fuzzy-AHP* telah terbukti efektif dalam memecahkan permasalahan yang bersifat kompleks menjadi susunan hierarki secara struktur, dan dalam konteks riset ini akan diujicobakan performanya dalam memutuskan dan menyeleksi lokasi pendirian PLTS di Kota Kupang. Dengan *Fuzzy-AHP* didapat tingkat prioritas pada 13 subfaktor efektif dalam pembangunan PLTS. Penelitian ini menunjukan hasil akhir bahwa Kota Kupang termasuk kedalam lokasi yang tepat dan berpotensi untuk dibangunnya Pembangkit Listrik Tenaga Surya.

Kata Kunci: PLTS; *Fuzzy Analytic Hierarchy Process*; radiasi matahari; lokasi.

ABSTRACT

Solar power is the most promising renewable alternative energy in terms of solving energy problems in the world today. Utilization of this renewable energy is very important and includes as a clean power plants along with reducing air pollution because it does not emit gas or other pollutants. To build a Solar Power Plant (PLTS) we have to consider various factors so that the specified location is really the right place. To determine the specified location of a solar panel field, it requires complex considerations which involves many criteria and of course it is very difficult to determine the decision. This study aims to create a multi-criteria decision-making tool based on artificial intelligence technology, namely the Fuzzy Analytical Hierarchy Process (Fuzzy-AHP) for the selection of solar energy generation center. The Fuzzy-AHP method has been proven effective in solving complex problems into a hierarchical structure structurally, and in the context of this research, its performance will be tested by deciding and selecting the location for the establishment of PLTS in Kupang City. By means of Fuzzy-AHP, priority levels are obtained for the 13 effective sub-factors in the PLTS development. This study shows the final result that Kupang City is included as the right location and potential to build a solar power plant.

Keywords: *PLTS; Fuzzy Analytic Hierarchy Process; solar radiation; location*

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
UCAPAN TERIMA KASIH.....	v
ABSTRAK.....	vi
<i>ABSTRACT</i>	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL.....	xi
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat/Signifikasi Penelitian.....	3
1.5 Struktur Organisasi Skripsi.....	3
BAB 2 KAJIAN PUSTAKA	4
2.1. Pembangkit Listrik Tenaga Surya	4
2.1.1 Cara Kerja PLTS	4
2.1.2 Faktor – Faktor Pembangunan PLTS.....	4
2.2. <i>Analytic Hierarchy Process (AHP)</i>	7
2.3. <i>Fuzzy Analytical Hierarchy Process (F-AHP)</i>	7
BAB 3 METODE PENELITIAN	8
3.1. Prosedur Penelitian.....	8
3.2. Karakteristik Area Studi.....	8
3.3. Teknik Pengumpulan Data	10
3.4. Teknik Pengolahan Data	10
3.4.1 Tahapan <i>Analytic Hierarchy Process</i>	11
3.4.2 Tahapan <i>Fuzzy Analytic Hierarchy Process</i>	12
3.5. Teknik Analisis Data.....	12
BAB 4 TEMUAN DAN PEMBAHASAN	13
4.1. Kriteria Pembangunan PLTS	13

4.2.	Prioritas Subfaktor Efektif dalam Pembangunan PLTS	14
4.2.1.	<i>Analytic Hierarchy Process</i>	14
4.2.2.	<i>Fuzzy Analytic Hierarchy Process</i>	16
4.3.	Penentuan Lokasi PLTS	19
4.3.1.	Radiasi Matahari (RM)	19
4.3.2.	Suhu (SH)	20
4.3.3.	<i>Aspect Angles (AA)</i>	20
4.3.4.	Lahan (L)	20
4.3.5.	Kemiringan (K)	21
4.3.6.	Sumber Air (SA)	21
4.3.7.	Construction Cost (CC)	22
4.3.8.	Gas Emisi (GE)	22
4.3.9.	Akses Jalan (AJ)	22
4.3.10.	Jarak Dekatnya dengan Saluran Transmisi (JT)	22
4.3.11.	Jarak dengan Perkotaan (JK)	23
4.3.12.	<i>Operation and Maintenance (OM)</i>	23
4.3.13.	<i>Land Cost (LC)</i>	23
4.4.	Diskusi Pembahasan Penelitian	23
BAB 5	SIMPULAN, IMPLIKASI, DAN REKOMENDASI	28
5.1	Simpulan	28
5.2	Implikasi	29
5.3	Rekomendasi	29
DAFTAR PUSTAKA		30
LAMPIRAN		35

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3. 2 Peta Topografi Kota Kupang	9
Gambar 3. 3 Peta Administrasi Kota Kupang.....	9
Gambar 3. 4 Flowchart Diagram Tahapan AHP	11
Gambar 3. 5 Flowchart Diagram Tahapan Fuzzy-AHP (Geometric Mean)	12
Gambar 3. 6 Flowchart Diagram Tahapan Fuzzy-AHP (Chang's Extent)	12
Gambar 4. 1 Struktur Hierarki Pembangunan PLTS	14

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Deskripsi Faktor Pembangunan PLTS	4
Tabel 3. 1 Letak Geografis Kota Kupang	9
Tabel 4. 1 Kriteria Pembangunan PLTS	13
Tabel 4. 2 Matriks Perbandingan Berpasangan (Excel).....	15
Tabel 4. 3 Matriks Triangular Fuzzy Number	16
Tabel 4. 4 Nilai Fuzzy Synthetic Extent (FSE) Excel.....	17
Tabel 4. 5 Nilai Minimum dari Perbandingan Tingkat Kemungkinan dan Nilai Normalisasi Vektor Bobot (Chang's Extent)	17
Tabel 4. 6 Nilai Bobot Fuzzy, Nilai Crisp dan Normalisasi	18
Tabel 4. 7 Hasil Tingkat Prioritas Menurut Metoda Perhitungannya	18
Tabel 4. 8 Luas Lahan Bukan Sawah.....	21
Tabel 4. 9 Perbandingan Kriteria Kota Kupang dan DKI Jakarta.....	24
Tabel 4. 10 Perbandingan Metoda AHP dan Fuzzy-AHP.....	27

DAFTAR PUSTAKA

Administrasi, B. U. (2017). *Kartu Identitas Barang*.

Ahmed, F., & Kilic, K. (2016). Comparison of Fuzzy Extent Analysis technique and its extensions with original Eigen Vector approach. *ICEIS 2016 - Proceedings of the 18th International Conference on Enterprise Information Systems*, 2(27), 174–179. <https://doi.org/10.5220/0005868401740179>

Al Garni, H. Z., & Awasthi, A. (2017). 7. Solar PV Power Plant Site Selection Using A GIS-AHP Based Approach With Application In Saudi Arabia. *Applied Energy*, 206(October), 1225–1240. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2017.10.024>

Alami Merrouni, A., Elwali Elalaoui, F., Ghennioui, A., Mezrhab, A., & Mezrhab, A. (2018). 6. A GIS-AHP combination for the sites assessment of large-scale CSP plants with dry and wet cooling systems. Case study: Eastern Morocco. *Solar Energy*, 166(September 2017), 2–12. <https://doi.org/10.1016/j.solener.2018.03.038>

Alami Merrouni, A., Elwali Elalaoui, F., Mezrhab, A., Mezrhab, A., & Ghennioui, A. (2018). 20. Large scale PV sites selection by combining GIS and Analytical Hierarchy Process. Case study: Eastern Morocco. *Renewable Energy*, 119, 863–873. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2017.10.044>

Alaqeel, T. A., & Suryanarayanan, S. (2018). 12. A Fuzzy Analytic Hierarchy Process Algorithm to Prioritize Smart Grid Technologies for the Saudi Electricity Infrastructure. *Sustainable Energy, Grids and Networks*. <https://doi.org/10.1016/j.segan.2017.12.010>

Asakereh, A., Soleymani, M., & Sheikhdavoodi, M. J. (2017). 17. A GIS-based Fuzzy-AHP method for the evaluation of solar farms locations: Case study in Khuzestan province, Iran. *Solar Energy*, 155, 342–353. <https://doi.org/10.1016/j.solener.2017.05.075>

Ayag, Z. (2016). 9. *Ahp-Based Approach To Evaluate Solar Power Plant Location Alternatives*. (March), 8–16. <https://doi.org/10.20472/bmc.2016.003.002>

Aydin, N. Y., Kentel, E., & Sebnem Duzgun, H. (2013). GIS-Based Site Selection Methodology For Hybrid Renewable Energy Systems: A Case Study From Western Turkey. *Energy Conversion and Management*, 70, 90–106. <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2013.02.004>

Bappenas. (2014). *Potret Rencana Aksi Daerah Penurunan Emisi Gas Rumah Kaca (RAD - GRK) (A Portrait of the Regional Action Plan for Reducing Greenhouse Gas Emissions (RAD - GRK))*. 180.

Bendato, I., Cassettari, L., Mosca, R., Williams, E., & Mosca, M. (2017). A Stochastic Methodology To Evaluate The Optimal Multi-Site Investment Solution For Photovoltaic Plants. *Journal of Cleaner Production*, 151, 526–536. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.03.015>

Chang, D. Y. (1996). Applications Of The Extent Analysis Method On Fuzzy AHP. *European Journal of Operational Research*, 95(3), 649–655. [https://doi.org/10.1016/0377-2217\(95\)00300-2](https://doi.org/10.1016/0377-2217(95)00300-2)

Nabila Andara Dwitasari, 2021

ANALISIS KINERJA PENDUKUNG KEPUTUSAN MULTI KRITERIA DENGAN FUZZY ANALYTIC HIERARCHY PROCESS UNTUK SELEKSI LOKASI PEMBANGKITAN ENERGI SURYA

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

- Çoban, V. (2020). 13. Solar Energy Plant Project Selection With AHP Decision-Making Method Based On Hesitant Fuzzy Linguistic Evaluation. *Complex & Intelligent Systems*, (0123456789). <https://doi.org/10.1007/s40747-020-00152-5>
- Colak, H. E., Memisoglu, T., & Gercek, Y. (2020). 4. Optimal Site Selection For Solar Photovoltaic (PV) Power Plants Using GIS And AHP: A Case Study Of Malatya Province, Turkey. *Renewable Energy*, 149, 565–576. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2019.12.078>
- David, N., & Abioye, A. O. (2013). Solar Power System: A Viable Renewable Energy Source For Nigeria. *Quest Journal of Electronics and Communication Engineering Research (JECER)*, 1(1), 10. Retrieved from <http://www.questjournals.org/jecer/papers/vol1-issue1/B111019.pdf>
- Davis, N. R., & Mapleson, W. W. (1993). A Physiological Model For The Distribution Of Injected Agents, With Special Reference To Pethidine. *British Journal of Anaesthesia*, 70(3), 248–258. <https://doi.org/10.1093/bja/70.3.248>
- Djen, A. Y. N. T., Gaspar, D., & Costa, N. (2014). Akibat Aktivitas Transportasi. *The 17th FSTPT International Symposium, Jember University, 22-24August 2014 3., 1*, 22–24.
- Donker, J., Tilburg, X. van, Ambarita, H., & Lamboo, S. (2019). *Three Indonesian solar-powered futures Solar PV and ambitious climate policy*. (December).
- E., D., & E., F. (2016). A Fuzzy AHP Model for Selection of University Academic Staff. *International Journal of Computer Applications*, 141(1), 19–26. <https://doi.org/10.5120/ijca2016908969>
- Emovon, I., & Oghenenyerovwho, O. S. (2020). Application of MCDM method in material selection for optimal design: A review. *Results in Materials*, 7(June), 100115. <https://doi.org/10.1016/j.rinma.2020.100115>
- Franklin, E. (2018). *Solar Photovoltaic (PV) System Components*. (May), 1–8. Retrieved from <https://extension.arizona.edu/sites/extension.arizona.edu/files/pubs/az1742-2018.pdf>
- Goh, H. H. (2010). 1. *Application of Analytic Hierarchy Process (AHP) in Load Shedding Scheme for Electrical Power System*. (December 2014). <https://doi.org/10.1109/EEEIC.2010.5489942>
- Handayani, N. A., & Ariyanti, D. (2012). Potency Of Solar Energy Applications In Indonesia. *International Journal of Renewable Energy Development*, 1(2), 33–38. <https://doi.org/10.14710/ijred.1.2.33-38>
- Hasan, M. H., Mahlia, T. M. I., & Nur, H. (2012). A Review On Energy Scenario And Sustainable Energy In Indonesia. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 16(4), 2316–2328. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2011.12.007>
- Hashemizadeh, A., Ju, Y., & Dong, P. (2020). 3. A Combined Geographical Information System And Best–Worst Method Approach For Site Selection For Photovoltaic Power Plant Projects. *International Journal of Environmental Science and Technology*, 17(4), 2027–2042. <https://doi.org/10.1007/s13762-019-02598-8>

- Hu, A. H., Chen, L. T., Hsu, C. W., & Ao, J. G. (2011). An Evaluation Framework For Scoring Corporate Sustainability Reports In Taiwan. *Environmental Engineering Science*, 28(12), 843–858. <https://doi.org/10.1089/ees.2010.0282>
- Kaliszewski, I., & Podkopaev, D. (2016). Simple Additive Weighting - A Metamodel For Multiple Criteria Decision Analysis Methods. *Expert Systems with Applications*, 54, 155–161. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2016.01.042>
- Karatop, B., Taşkan, B., Adar, E., & Kubat, C. (2020). Decision Analysis Related To The Renewable Energy Investments In Turkey Based On A Fuzzy AHP-EDAS-Fuzzy FMEA Approach. *Computers and Industrial Engineering*, (November). <https://doi.org/10.1016/j.cie.2020.106958>
- Karya, D. J. C., & Umum, K. P. (2020a). *Review Rencana Terpadu Dan Program Investasi Infrastruktur- Jangka Menengah Kota Kupang Tahun 2016-2020 Bab 1*.
- Karya, D. J. C., & Umum, K. P. (2020b). *Review Rencana Terpadu Dan Program Investasi Infrastruktur- Jangka Menengah Kota Kupang Tahun 2016-2020 Bab 4*.
- Kencana, B., Prasetyo, B., & Berchmans, H. (2018). *Panduan Studi Kelayakan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Terpusat*.
- Khemiri, W., Yaagoubi, R., & Miky, Y. (2018). 1. Optimal Placement of Solar Photovoltaic Farms Using Analytical Hierarchical Process and Geographic Information System in Makkah, Saudi Arabia. *AIP Conference Proceedings*, 2056. <https://doi.org/10.1063/1.5084998>
- Kumari, J. S., & Babu, C. S. (2011). Mathematical Modeling and Simulation of Photovoltaic Cell using Matlab-Simulink Environment. *International Journal of Electrical and Computer Engineering (IJECE)*, 2(1), 26–34. <https://doi.org/10.11591/ijece.v2i1.117>
- Lange, A., Londero, L., Leal, W., Maria, R., & Kalil, L. (2019). 11. An analysis of the applications of Analytic Hierarchy Process (AHP) for selection of energy efficiency practices in public lighting in a sample of Brazilian cities. *Energy Policy*, 132(June), 854–864. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2019.06.021>
- Liu, Y., Eckert, C. M., & Earl, C. (2020). A review of fuzzy AHP methods for decision-making with subjective judgements. *Expert Systems with Applications*, 161, 113738. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2020.113738>
- Magalhães, I. B., Cabral de Barros Nogueira, G. C., Lage Alves, I. S., Calijuri, M. L., Lorentz, J. F., & Alves, S. do C. (2020). Site suitability for photovoltaic energy expansion: A Brazilian's high demand states study case. *Remote Sensing Applications: Society and Environment*, 19(October 2019). <https://doi.org/10.1016/j.rsase.2020.100341>
- Mahmud, Siswanto, B., Maryadi, E., & Lubis, D. R. (2019). The Vulnerability of Climate Change in Indonesia to Renewable Energy. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 303(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/303/1/012029>
- Melker, A. I., Starovoitov, S. A., & Vorobyeva, T. V. (2010). Heat temperature, entropy. *Materials Physics and Mechanics*, 9(3), 194–209.

- Ozdemir, S., & Sahin, G. (2018). 2. Multi-criteria decision-making in the location selection for a solar PV power plant using AHP. *Measurement: Journal of the International Measurement Confederation*, 129(July), 218–226. <https://doi.org/10.1016/j.measurement.2018.07.020>
- Penurunan, P., Gas, E., Kaca, R., & Jakarta, P. D. K. I. (2019). *Pelaporan penurunan emisi gas rumah kaca provinsi dki jakarta*.
- PTSP Jakarta. (2015). Potensi Investasi Sektor Properti di DKI Jakarta. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*, 53(9), 1689–1699. Retrieved from <http://publications.lib.chalmers.se/records/fulltext/245180/245180.pdf%0Ahttps://hdl.handle.net/20.500.12380/245180%0Ahttp://dx.doi.org/10.1016/j.jsames.2011.03.003%0Ahttps://doi.org/10.1016/j.gr.2017.08.001%0Ahttp://dx.doi.org/10.1016/j.precamres.2014.12>
- Renno, C., & de Giacomo, M. (2014). Dynamic simulation of a CPV/T system using the finite element method. *Energies*, 7(11), 7395–7414. <https://doi.org/10.3390/en7117395>
- Richhariya, G., Kumar, A., & Sharma, A. (2015). *Solar Photovoltaic Technology and Its Sustainability Solar Photovoltaic Technology and Its Sustainability*. (April). <https://doi.org/10.1007/978-81-322-2337-5>
- Robles Algarín, C., Llanos, A. P., & Castro, A. O. (2017). 5. International Journal of Energy Economics and Policy An Analytic Hierarchy Process Based Approach for Evaluating Renewable Energy Sources. *International Journal of Energy Economics and Policy* |, 7(4), 38–47. Retrieved from <http://www.econjournals.com>
- Rozari, P. de, & Suwari. (2005). *Analisis Kebutuhan Luasan Hutan Kota Berdasarkan Penyerapan Co 2 Antropogenik Di Kota Kupang*.
- Sedrati, M., Maanan, M., & Rhinane, H. (2019). 8. PV Power Plants Sites Selection Using Gis-Fahp Based Approach In North-Western Morocco. *International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences - ISPRS Archives*, 42(4/W19), 385–392. <https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLII-4-W19-385-2019>
- Sekretariat Jendral Dewan Energi Nasional. (2019). Laporan Kajian Penelaahan Neraca Energi Nasional 2019. In *Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral*.
- Shao, Z., Huq, M. E., Cai, B., Altan, O., & Li, Y. (2020). Integrated Remote Sensing And GIS Approach Using Fuzzy-AHP To Delineate And Identify Groundwater Potential Zones In Semi-Arid Shanxi Province, China. *Environmental Modelling and Software*, 134, 104868. <https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2020.104868>
- Solangi, Y. A., Shah, S. A. A., Zameer, H., Ikram, M., & Saracoglu, B. O. (2019). 10. Assessing The Solar PV Power Project Site Selection In Pakistan: Based On AHP-Fuzzy VIKOR Approach. *Environmental Science and Pollution Research*, 26(29), 30286–30302. <https://doi.org/10.1007/s11356-019-06172-0>
- Systems, P. (2011). *Introduction to Photovoltaic Systems*. (11), 1–4.
- Tsai, H. L. (2014). Design And Evaluation Of A Photovoltaic/Thermal-Assisted Heat Pump

- Water Heating System. *Energies*, 7(5), 3319–3338. <https://doi.org/10.3390/en7053319>
- Wasfi, M., & Member, S. (2014). *Solar Energy and Photovoltaic Systems*. (February 2011).
- White, G. P. (1987). 7. The Implementation Of Management Science In Higher Education Administration. *Omega*, 15(4), 283–290. [https://doi.org/10.1016/0305-0483\(87\)90016-8](https://doi.org/10.1016/0305-0483(87)90016-8)
- Zabihi, H., Alizadeh, M., Wolf, I. D., Karami, M., Ahmad, A., & Salamian, H. (2020). A GIS-Based Fuzzy-Analytic Hierarchy Process (F-AHP) For Ecotourism Suitability Decision Making: A Case Study Of Babol In Iran. *Tourism Management Perspectives*, 36(July), 100726. <https://doi.org/10.1016/j.tmp.2020.100726>